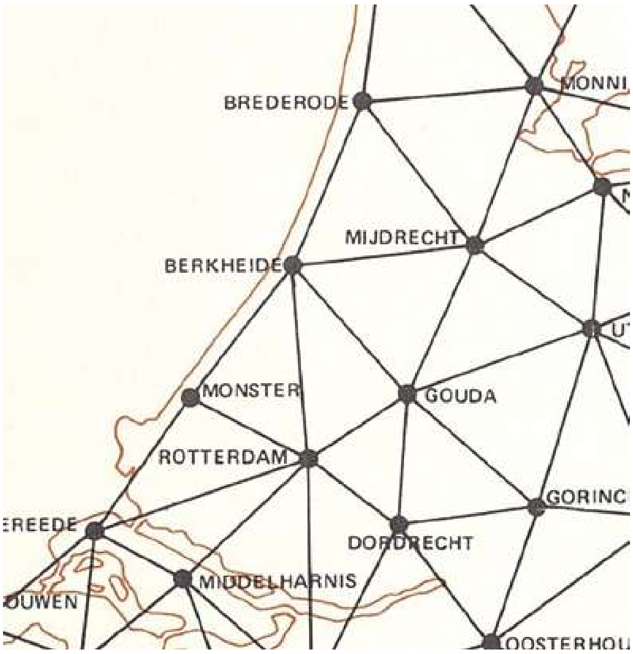
Pijler Berkheide hermeten, berekend en getekend

Theo van den Broek

Inleiding

Bij het opschonen van mijn archief vond ik een tentamen van oktober 2001. Het betrof een tentamen landmeten voor studenten Land- en watermanagement van de Hogeschool Larenstein in Velp. Het tentamen was gebaseerd op een meting van ondergetekende in het duingebied Berkheide bij Katwijk ten behoeve van een vegetatie-inventarisatie.

In 2001 heb ik de pijler Berkheide (RD-punt 300101 – blad 30oost 's- Gravenhage, de 100-serie staat voor een 1e orde punt en het laatste cijfer is een volgnummer in die serie) als referentiestation gebruikt voor het Geotracer 2000 GPS-systeem (zie DHC nr. 2 van 2025). De pijler maakt deel uit van de primaire triangulatie van Nederland (1875-1928) en is gebouwd in 1897. Berkheide is het hoekpunt van de driehoeken met Brederode, Mijdrecht, Gouda, Rotterdam en Monster met zijdelengtes van ca. 40 km (afb. 1).

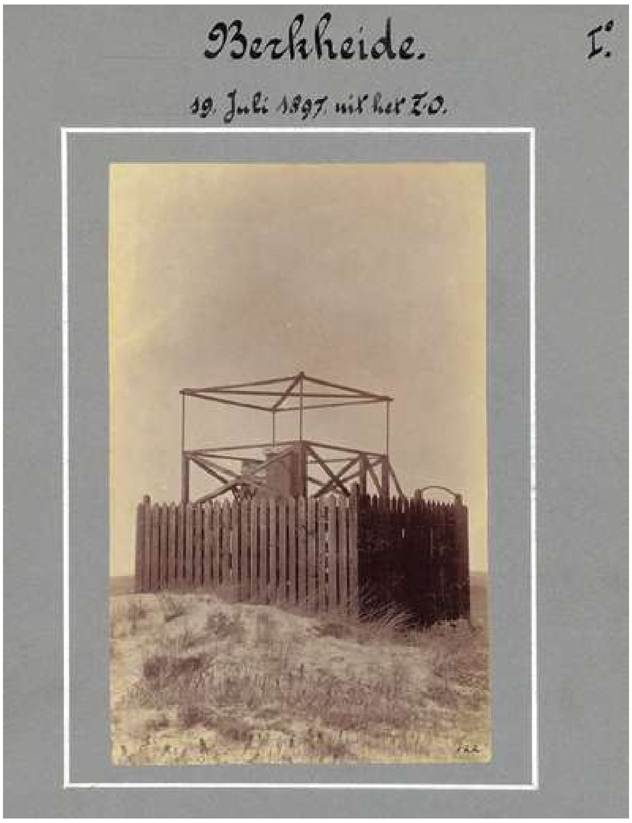


Afb. 1. Het Rijksdriehoeksnet rondom Berkheide.

Het hart van de pijler en meerdere vastleggingen zijn indertijd in het 'oude' RD-systeem met de OLV-toren in Amersfoort als 0-punt bepaald (X = - 68274.512 en Y = 2832.614; door hier in X-richting 155 km en in Y-richting 463 km bij op te tellen verkrijg je de huidige RD-coördinaten: X = 86725.488 en Y = 465832.614).

De pijler bevond zich in 2001 in een deplorabele staat: de betonnen afdekplaat lag er naast en het bovenvlak was dan ook flink afgebrokkeld en in het gemetselde basislichaam zaten steenscheuren. Ik vroeg mij af: hoe staat het nu met deze pijler, zeker omdat deze cultureel-geodetisch erfgoed vertegenwoordigt. Op afb. 2, een foto uit 1897, is de afdekplaat goed te zien, en er is een constructie om het instrument te beschermen tegen weersinvloeden. Ook markant is de houten palissade die om de pijler heen is gebouwd. Afb. 3 toont de pijler anno 2025. Vastlegging 16 is in het middenvlak goed te zien. Helaas is de staat van de pijler minstens zo slecht als in 2001.

In 1897 zijn de hoekmetingen uitgevoerd met een Wanschaff-theodoliet met een randdoor-

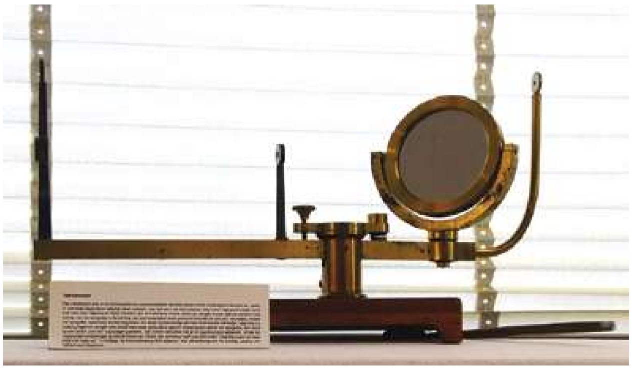


Afb. 2. Foto pijler Berkheide uit 1897.

Afb. 3. De pijler in 2025.

snede van 35 cm, zonder verticale rand en met een centreerstift om het instrument van circa 50 kg te centreren boven een opstelbout (afb. 4) (lit. 1). Op blz. V en VI van de Staten van Waarnemingen en uitkomsten staat de gevolgde meetprocedure (lit. 2 en 3). Als richtpunten

Afb. 4. Wanschaff-theodoliet.



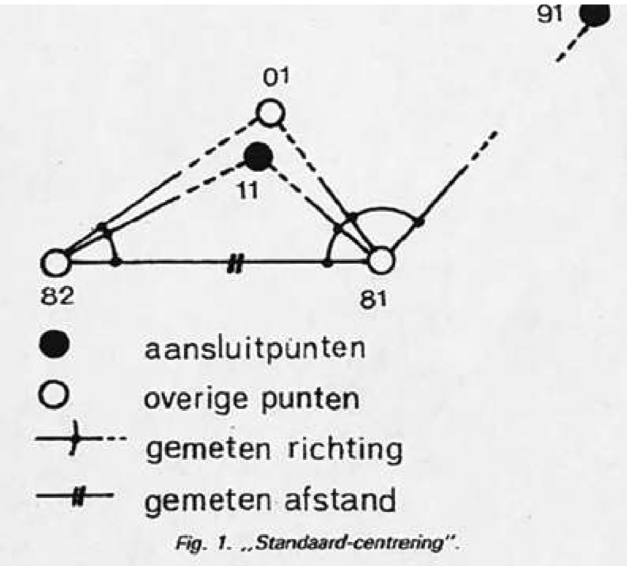
Afb. 5. Heliotroop.

zijn heliotropen gebruikt (afb. 5). De heliotropist gebruikte een hamertje om het zonlicht via de spiegel te weerkaatsen naar de richting van de theodoliet. Vanaf de pijler zijn indertijd zo'n 50 torens aangemeten: niet alleen die van het primaire net, maar ook torens van het secundaire en tertiaire driehoeksnet. Hiervoor werden Wanschaff-theodolieten met randdiameter 21 en 14 cm gebruikt.

Op de PDOK-viewer (thema RD-info) komt de pijler nu niet meer voor; een telefoontje met de landmeter van de gemeente Katwijk leerde mij dat de pijler nog wel bestaat en hij stuurde mij een recente luchtfoto. De pijler staat in het waterwingebied van Dunea en is daarom beperkt toegankelijk. Als eigenaar is Dunea verantwoordelijk voor beheer en onderhoud van dit cultuurhistorisch monument. Het terrein wordt in de praktijk beheerd door Staatsbosbeheer, beheereenheid Hollands Duin. Via deze beheereenheid kon ik een afspraak regelen om de pijler op 24 juli 2025 te bezoeken en in te meten om opnieuw de coördinaten te bepalen.

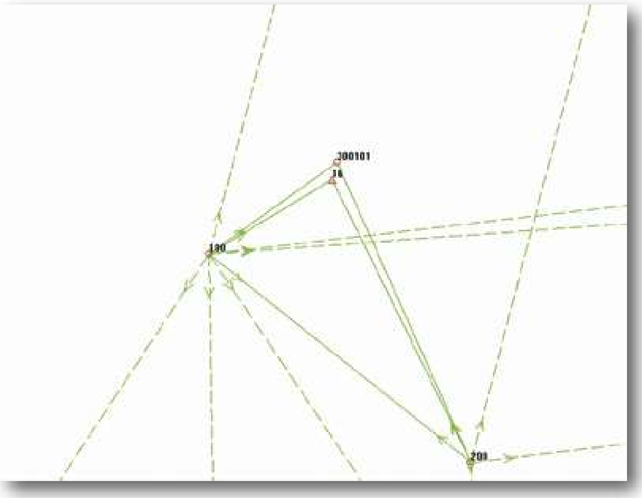
Meting 1 (old school)

De uitgevoerde meting bestond uit een lokale driehoeksmeting vergelijkbaar met de meetopzet uit het artikel *Rijksdriehoeksmeting 100 jaar* uit Geodesia oktober 1985, (afb. 6) van dhr. J.A. Smit (lit. 4), met deze verschillen: (1) ik heb een total station gebruikt (Trimble 5300) en (2) ik heb een hoekmeting uitgevoerd vanuit opstelpunt 100 met dwangcentrering en doorslaan van de richtkijker (serie in heengang en in kijkerstand II een serie in teruggang) naar twee kerktorens (HK Katwijk en HK Voorschoten). Het centrum van de pijler en de vastlegging 16 zijn aangemeten met een geodimeter-miniprisma. Eveneens zijn vanaf punt



Afb. 6. Opzet van een lokale driehoeksmeting.

Afb. 7. Meetopzet 2025.



Afb. 8. Netconstructie.

200 centrum en vastlegging 16 gemeten, alsook de beide kerktorens (afb. 7 en 8).

Het hart van de pijler hebben we bepaald door met een lang waterpas de diagonalen van het bovenvlak te snijden en hierop een meettafeltje van 10 cm hoog met stelschroevenblok en

Afb. 9. Meettafeltje.

adapter met spiegel te plaatsen (afb. 9). Behalve de twee voornoemde torens heb ik nog vijf andere torens aangemeten.

Achteraf is dan het probleem: op welke torens heb ik gericht? HK Katwijk en het Vredespaleis waren goed herkenbaar. De overige torens zijn gedetecteerd door de gemeten richtingen uit te zetten op transparant papier met een 400-gradenboog (kunststof transparant met een diameter van 52 cm) (afb. 10) en te beoordelen over welke torens op het kaartblad 30 Oost van de topografische kaart 1: 50.000 deze lijnen vallen. Alle torens op één na kon ik zo lokaliseren en benoemen.

Afb. 10. Bepaling gebruikte torens.

Tevens heb ik met het Leica GPS-1200 systeem hart toren en grondslagpunten 100 en 200 proberen te meten. Helaas had ik ter plekke geen internet ontvangst, zodat de GPS-meting op dat moment niet lukte.

Meting 2 (GPS)

Later heb ik alsnog een GPS-meting kunnen doen. Met twee sets Leica 1200 hebben we op 15 oktober centrum, vastlegging 16 en de opstelpunten 100 en 200 gemeten. Zelf heb ik de punten 3 keer gemeten en collega Harry

Afb. 11. GPS-meting. Links de auteur, rechts collega Harry Basten.

VEREFFENDE COORDINATEN (pseudo kleinste kwadraten netwerk)

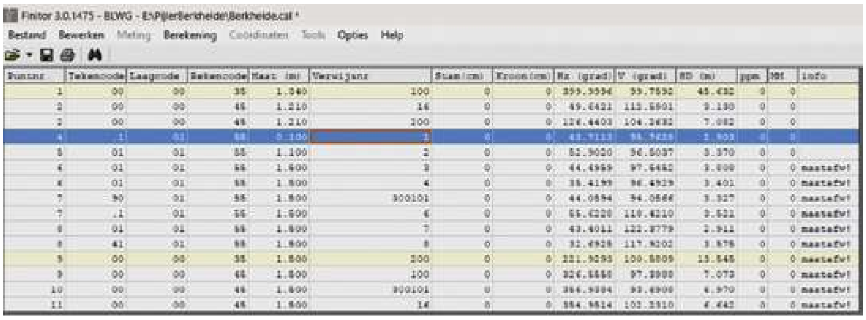
Station		Coordinaat	Corr (m)	Sa (m)
RCKOegstgeest	X Oost	91912.0800*	-0.0000	0.0224
	Y Noord	466207.9300*	-0.0000	0.0224
HKVoorschoten	X Oost	90574.8490*	-0.0000	0.0224
	Y Noord	460064.9560*	-0.0000	0.0224
vredespaleis	X Oost	80202.3200*	0.0000	0.0224
	Y Noord	455903.6500*	-0.0000	0.0224
102	X Oost	89698.2812	0.0000	53.2838
	Y Noord	466176.0581	0.0000	6.9145
RKKwassenaar	X Oost	86787.4400*	0.0000	0.0224
	Y Noord	461763.8000*	0.0000	0.0224
300101	X Oost	86725.5019	-0.0000	0.0278
	Y Noord	465832.5910	-0.0000	0.0335
16	X Oost	86725.4100*	-0.0000	0.0224
	Y Noord	465832.2300*	-0.0000	0.0224
100	X Oost	86722.8217	-0.0000	0.0295
	Y Noord	465830.6697	-0.0000	0.0318
200	X Oost	86728.3279	0.0000	0.0357
	Y Noord	465826.2908	0.0000	0.0591
HKKatwijk	X Oost	87494.0000*	-0.0000	0.0224
	Y Noord	468770.0900*	-0.0000	0.0224

Afb. 12. Vereffende coördinaten Move2.

Basten heeft de punten 5 keer gemeten. In het hart van de pijler hebben we een meetnagel met opschrift Finitor getikt (afb. 11).

Berekening 1

Voornoemde meting is verwerkt met het softwareprogramma Move 3D van de Grontmij (nu Sweco). Uit de berekening (Fase 2 met 10 voorwaarden en F-toets 0.015) volgden als coördinaten van de pijler: X = 86725.467 en Y = 465832.583 m.



Afb. 13. Het Finitor .cal-bestand. Met rekencode RC35 wordt de standplaats aangegeven en met rekencode 45 kun je de richtpunten opgeven met de de bijbehorende meetgegevens, met RC 55 geef je de detailpunten weer.

Move3D is een geavanceerd softwarepakket dat geschikt is voor het vereffenen en opsporen van meetfouten in het waarnemingsmateriaal en de gegeven coördinaten (via toetsing), waardoor de geometrische kwaliteit (precisie en betrouwbaarheid) gewaarborgd wordt (lit. 6). *Meten is benaderen* waarbij bij herhaling van metingen de wetmatigheden uit de statistiek van toepassing zijn (onder andere de standaard normale verdeling). De F-toets is de zogeheten meerdimensionale toets die een algemeen oordeel geeft over de sterkte van de meetopzet (volgens de richtlijnen van de HTW96, lit. 7) en die de al dan niet voorkomende fouten in de waanemingen (W-toets) en gegeven coördinaten (T-toets) kan opsporen. Er moet dan wel sprake zijn van overtalligheid in de metingen. De vereffening gebeurt volgens de methode kleinste kwadraten.

In een vervolgberekening heb ik de waarnemingen naar alle zeven torens ingevoerd. De overall-toets van het netwerk F-toets = 0.509; het aantal voorwaarden (controles) is 19. De coördinaten van de pijler zijn nu: X = 86725.502 en Y = 465832.591 m. Deze coördinaten schelen maar enkele centimeters met die uit 1897! Punt 102 is vermoedelijk de museumtoren in Valkenburg waarvan ik geen coördinaten ken. Vanwege de slechte insnijding met twee haast parallelle richtingen zijn de absolute standaardellipsen voor dit punt erg groot (afb. 12).

Voor de omzetting van het berekeningsbestand naar dxf-formaat heb ik eveneens het softwarepakket Finitor gebruikt van Basten Landmeetkunde uit Boxmeer (lit. 8). Dit programma lijkt op het vroegere Topocad-pakket van Rocomp en is een pakket dat met gecodeerde waarnemingen (teken-, laag-, rekencodes) prima geschikt is voor het verwerken van detail- en hoogtemetingen (afb. 13). Het meetbestand (.mes) wordt via een

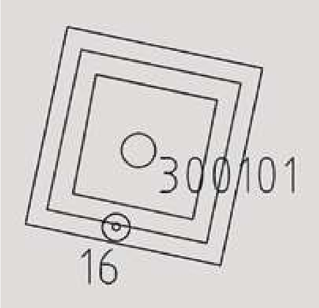
rekenslag omgezet naar een coördinatenbestand (.cal). De module exporteren van het .cal-bestand geeft dan het betreffende .dxf-bestand dat via dxfin in Autocad geïmporteerd kan worden. Het programma controleert eventuele fouten in de hoekmetingen en afstanden tussen de grondslagpunten.

Berekening 2 GPS-files

De originele gps-gsi bestanden hebben we ingelezen in Finitor (module importeren XYZ (GPS-)bestand) met als resultaat direct een coördinatenbestand in RD. Het is onwaarschijnlijk hoe goed voornoemde bestanden overeenkomen met de Move-bestanden uit berekening 1. Ik heb er niet voor gekozen om de GPS-metingen met referentiestation en de dX-, dY- en dZ-verschillen ook in Move in te voeren omdat deze extra waarnemingen het uiteindelijke resultaat praktisch niet beïnvloeden. Door de grotere redundantie neemt de betrouwbaarheid van de metingen natuurlijk wel toe.

Tekening

Het bovenvlak van de pijler is gemeten en tevens het 2e en 3e niveau daaronder (het 2^{e} niveau springt 20 cm uit en het 3e daaruit weer 5 cm). Hart en vastlegging 16 zijn eveneens gemeten. Het bovenvlak is een vierkant van 65 cm (afb. 14). De pijler is zo'n 2 meter hoog. Al met al een mooi project, dat m.i. een vervolg moet krijgen door de pijler in beperkte mate te (laten) restaureren, want in de huidige toestand gaat de pijler zeker niet nog eens 125 jaar mee. Inmiddels ben ik met Dunea hierover in gesprek.



Afb. 14. Tekening van de pijler en de vastleggingen.

Conclusies

De coördinaten van de pijler zijn :
1897 X = 86725.488 en Y = 465832.614
2025 X = 86725.502 en Y = 465832.591 (move)
2025 X = 86725.505 en Y = 465832.590 (gps vd Broek)
2025 X = 86725.502 en Y = 465832.603 (gps Basten)

Meting 1 met total station vergde qua tijd een halve dag, de uitwerking minstens één dag; dit in tegenstelling tot de GPS-metingen: metingen zelf één uur en uitwerken tien minuten. De onderlinge verschillen zijn klein – ook die met 1897, dus het RD1918-systeem was kwalitatief zeer goed. (Sinds 2002 wordt dit systeem niet meer bijgehouden door de invoering van het GPS-kernnet.) Kortom, alle credits voor de Afdeling Rijksdriehoeksmeting van het Kadaster en haar medewerkers, vroeger en nu.

Literatuur

1. De Wanschaff-theodolieten van de Rijksdriehoeksmeting, vorming en verstrooiing van een keurcollectie. Prof dr. ir. L. Aardoom, DHC jaargang 8 nr. 2, juni 2006.
2. Rijksdriehoeksmeting 1885-1928. Rechthoekige Coördinaten, J. Waltman jr., 1929.
3. Rijksdriehoeksmeting 1825-1928. Staten van Waarnemingen en Uitkomsten. J. Waltman jr., 1929.
4. Rijksdriehoeksmeting 100 jaar, Lokale driehoeksmeting. J.A. Smit, Geodesia 85-10.
5. Driehoeksmeting bij het Kadaster n.a.v. 125 jaar Rijkdriehoeksmeting. Frans Jansen, Geo-Info 4/2010
6. Move3 Handleiding, Grontmij Geogroep
7. HTW 1996 onder redactie van ir. J. Polman en dr.ir. M.A. Salzmann. Kadaster Apeldoorn 1996.
8. Instructie voor het detailmeten met het systeem Finitor. Basten Landmeetkunde, Boxmeer.

NB: Ik dank SBB voor de ondersteuning en inzet van hun medewerker Lex Bekker. Ook dank aan collega Harry Basten voor zijn constructieve bijdrage aan dit artikel, gps-meting en gebruik van zijn Finitor-software. Ook gaat mijn dank uit naar mijn broer Hans voor zijn assistentie bij de lokale centreringsmeting.

De foto's van de Wanschaff-theodoliet en heliotroop heb ik gemaakt in het kadastermuseum in Arnhem, met medewerking van de heer Klaas van der Hoek.

Als lezers belangstelling hebben voor de originele meet- en rekenbestanden, dan volstaat een mailtje naar theo@landmeetkundigburo.nl.